



⑯ **Offenlegungsschrift**  
⑯ **DE 199 36 246 A 1**

⑯ Int. Cl. 7:  
**G 01 B 21/22**  
G 01 B 11/26  
G 01 D 5/36  
B 62 D 15/02

⑯ Aktenzeichen: 199 36 246.7  
⑯ Anmeldetag: 31. 7. 1999  
⑯ Offenlegungstag: 1. 2. 2001

⑯ Anmelder: Valeo Schalter und Sensoren GmbH, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE	⑯ Zusatz in: 100 09 798.7
⑯ Vertreter: Dreiss, Fuhlendorf, Steinle & Becker, 70188 Stuttgart	⑯ Erfinder: Ruff, Achim, 74354 Besigheim, DE; Wigger, Bernd, 74366 Kirchheim, DE
	⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften: DE 197 12 869 A1 DE 195 45 949 A1 DE 195 34 995 A1 DE 195 06 019 A1 DE 44 09 892 A1 DE 41 15 244 A1 EP 06 91 749 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Lenkwinkelsensor  
⑯ Die Erfindung betrifft einen Lenkwinkelsensor, insbesondere zur Bestimmung des Lenkwinkels eines Fahrzeuges, mit einem einen Code aufweisenden Codierelement, wobei der Code aus einzelnen Codeworten und die Codeworte aus einzelnen Bits zusammengesetzt sind, und mit einer die Codeworte abtastenden Abtasteinheit, wobei jeweils einem Codewort ein Lenkwinkel zugeordnet ist und der Lenkwinkel aus dem abgetasteten Codewort bestimmt wird.  
Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens ein weiteres Codierelement mit zugehöriger Abtasteinheit vorhanden ist, dass die wenigstens beiden Codierelemente bzw. Abtasteinheiten aufgrund einer Lenkwinkeländerung unterschiedlich schnell bewegt werden und dass sich das Codewort aus den Einzelcodeworten der wenigstens beiden Codierelemente zusammensetzt.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Lenkwinkelsensor, insbesondere zur Bestimmung des Lenkwinkels eines Fahrzeugs, mit einem einen Code aufweisenden Codierelement, wobei der Code aus einzelnen Codeworten und die Codeworte aus einzelnen Bits zusammengesetzt sind, und mit einer die Codeworte abtastenden Abtasteinheit, wobei jeweils einem Codewort ein Lenkwinkel zugeordnet ist und der Lenkwinkel aus dem abgetasteten Codewort bestimmt wird. Dabei ist das Codierelement vorzugsweise mit dem Lenkrad bzw. der Lenksäule des Fahrzeugs drehfest gekoppelt. Auf diese Weise kann von der Drehbewegung des Codierelements auf die Lenkradstellung geschlossen werden. Derartige Lenkwinkelsensoren werden benötigt für z. B. Regeleinrichtungen zur Regelung der Fahrstabilität von Fahrzeugen.

Als Schwierigkeit hat sich herausgestellt, dass das Lenkrad mehrere Umdrehungen machen muss, um die insgesamt mögliche Schwenkbewegung der lenkenden Fahrzeugelemente durchzuführen. Es ist somit nicht nur wichtig, die den Drehwinkel des Lenkrades zu kennen, sondern es muss auch die Anzahl der Umdrehungen des Lenkstocks gegenüber einer Nulllage bekannt sein, um den Schwenkwinkel der Lenkräder eindeutig bestimmen zu können.

Aus dem Stand der Technik sind Schrittschaltwerke mit Zählern bekannt, welche in Abhängigkeit von den Umdrehungen des Lenkrades bzw. der Lenksäule schrittweise vorwärts oder rückwärts geschaltet werden, so dass die Zahl der gegen eine Nullstellung bestehenden Umdrehungen des Lenkrades bzw. der Lenksäule stets bekannt ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auf ein besonderes Schrittschaltwerk zur Bestimmung der momentan gültigen Umdrehungszahl des Lenkrades bzw. der Lenksäule zu verzichten und die Messung und Bestimmung der Umdrehung in den eigentlichen Lenkwinkelsensor zu integrieren.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Lenkwinkelsensor der eingangs beschriebenen Art vorgeschlagen, der vorsieht, dass wenigstens ein weiteres Codierelement mit zugehöriger Abtasteinheit vorhanden ist, dass die wenigstens beiden Codierelemente bzw. Abtasteinheiten aufgrund einer Lenkwinkeländerung unterschiedlich schnell bewegt werden und dass sich das Codewort aus den Einzelcodeworten der wenigstens beiden Codierelementen zusammensetzt.

Der erfindungsgemäße Lenkwinkelsensor weist dabei den Vorteil auf, dass aufgrund des aus den einzelnen Codeworten zusammengesetzten Codewortes bei Vorliegen eines entsprechenden Codes auf den Codierelementen keine Wiederholung des Codewortes nach einer vollen Umdrehung des Lenkrades erfolgt.

Bei einer besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sind die Codierelemente nebeneinander bewegbar angeordnet, wobei lediglich eine ortsfest angeordnete Abtasteinheit die Codierelemente zeitgleich abtastet. Eine solche Anordnung weist den Vorteil auf, dass nur eine Abtasteinheit zur Abtastung der beiden sich unterschiedlich schnell bewegenden Codierelemente benötigt wird.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Codierelemente konzentrisch nebeneinander auf einer Kreisscheibe oder nebeneinander auf einer Mantelfläche eines Zylinders angeordnet sind, dessen Längsachse vorzugsweise der Lenkraddrehachse bzw. Lenksäulenlängsachse entspricht. Damit wird eine sehr platzsparende Anordnung der Codierelemente erreicht, welche außerdem auf einfache Weise mit dem Lenkrad bzw. der Lenksäule gekoppelt werden kann.

Vorteilhafterweise wird nach einer Variante der Erfindung ein Codierelement maximal einmal bei der maximal mögli-

chen Anzahl der Lenkradumdrehungen gedreht. Dadurch wird erreicht, dass jedes auf diesem Codierelement vorhandene Einzelcodewort nur einmal über die möglichen Lenkradumdrehungen als Bestandteil des Codeswortes Verwendung findet. Aus solch einem Codierelement mit zugehörigem Einzelcodewort kann insbesondere die Anzahl der vollen Drehungen des Lenkrades bestimmt werden.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung sind zwischen den Codierelementen untereinander und/oder zwischen dem Lenkrad bzw. der Lenksäule und den Codierelementen Getriebe vorhanden. Durch eine solche Anordnung der Getriebe wird eine unterschiedliche Geschwindigkeit der einzelnen Codierelemente bzw. der Codierelemente und der Lenkraddrehung bewirkt.

Eine Variante der Erfindung sieht vor, dass der Code der Codierelemente im Wesentlichen nebeneinander liegende, eine Schrittweite aufweisende Codespuren aufweist, dass die einzelnen Codespuren aus den die einzelnen Bits generierenden Spurelementen zusammengesetzt sind und dass die Abtasteinheit quer zu den Codespuren angeordnet ist. Dadurch wird eine günstige und vorteilhafte Anordnung vorgeschlagen, insbesondere bei Verwendung von lediglich einer Abtasteinheit zur Abtastung von mehreren Codierelementen.

Eine vorteilhafte Variante der Erfindung sieht vor, dass innerhalb einer Codespur wenigstens zwei oder mehr gleiche Spurelemente aufeinander folgen. Dadurch werden sehr feine, schmutz- und staubanfällige Strukturen auf dem Codierelement vermieden, die insbesondere auch aufwendig zu fertigen sind.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung unterscheiden sich unmittelbar benachbarte Codeworte lediglich um ein Bit. Damit liegt bei einer Änderung eines Bits eines Codewortes entweder ein benachbartes gültiges Codewort oder ein ungültiges Codewort vor. Damit kann ein Fehler in einem Codewort auf einfache Weise erkannt werden.

Bei einer anderen Weiterbildung der Erfindung sind die Codeworte lediglich aus verschiedenen Bits, d. h. nicht nur aus 1 oder 0, zusammengesetzt. Ein Auslassen dieser Code-40 worte dient zur Vermeidung möglicher Abtastfehler.

Nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung wiederholen sich während der maximalen Umdrehung des Lenkrades bzw. der Lenksäule die Codeworte nicht. Damit kann eine eindeutige Zuordnung eines bestimmten Codeswortes zu einem bestimmten Schwenkwinkel der lenkenden Fahrzeugelemente gewährleistet werden.

Eine Variante der Erfindung sieht vor, dass die Abtasteinheit ein lineares Sensorarray ist und pro Codespur wenigstens ein Sensor zur Abtastung vorhanden ist. Bei der Verwendung von mehreren Sensoren zur Abtastung derselben Codespuren eine Redundanz erreicht, mittels der ein Ausfall der einzelnen Sensorelemente detektierbar ist.

Nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung weist ein erstes auf einer Kreisscheibe liegendes Codierelement vorzugsweise zwölf Codespuren und jede Codespur 720 äquidistante Spurelemente entlang einer vollen Lenkraddreh- bzw. Lenksäulenumdrehung auf. Durch eine solche Einteilung des Codes kann eine Winkelauflösung von 0.5° erreicht werden.

In Weiterbildung der Erfindung weist ein weiteres auf der Kreisscheibe liegendes Codierelement vorzugsweise vier Codespuren auf, deren Spurelemente alle 180° wechseln. Diese Anordnung hat sich als vorteilhaft ergeben, insbesondere in Verbindung mit dem ersten Codierelement mit zwölf Codespuren und 720 Spurelementen.

Nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Code des ersten auf einer Kreisscheibe liegenden Codierelements dem in Fig. 2 dargestellten Code

entspricht. Insbesondere ein solcher Code hat sich als sehr vorteilhaft und funktionssicher erwiesen.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung entspricht der Code des weiteren Codierelements dem in Fig. 3 dargestellten Code. Auch ein solcher Code ist für einen erfindungsgemäßen Lenkwinkelsensor sehr geeignet.

Andere Ausgestaltungen der Erfindung sehen vor, dass die Abtastung optisch, magnetisch oder induktiv erfolgt. Solche Arten der Abtastung sind funktionssicher und kostengünstig zu realisieren.

Nach einer Variante der Erfindung sind die Codespuren durchleuchtbar ausgestaltet. Eine solche Durchleuchtbarkeit ist insbesondere dann notwendig, wenn die Abtastung nach dem Durchlichtprinzip erfolgt.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung sind zur optischen Abtastung des Codes Lichtleiter und/oder LEDs vorhanden, die ggf. eine definierte Taktung aufweisen. Eine solche Taktung, bei welcher die Lichtquelle idealerweise nur für sehr kurze Zeit angeschaltet wird, weist insbesondere den Vorteil auf, dass eine Stromersparnis bei der Anwendung des Durchlichtprinzips erreicht wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Einzelheiten der Erfindung sind der folgenden Beschreibung zu entnehmen, in der die Erfindung anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben und erläutert ist.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Lenkwinkelsensor mit zwei Codierelementen,

Fig. 2 den Code eines inneren Codierelements und

Fig. 3 den Code eines äußeren Codierelements.

In der Fig. 1 ist ein Lenkwinkelsensor, insbesondere zur Bestimmung des Lenkwinkels eines Fahrzeugs, mit zwei Codierelementen 1 und 2 dargestellt, die konzentrisch nebeneinander auf einer Kreisscheibe angeordnet sind, wobei deren Mittelpunkt in der Lenkradachse bzw. Lenksäulenachse liegt. Das Codierelement 2 umgibt dabei die im Querschnitt dargestellte Lenksäule 6, mit der das Codierelement 2 drehfest verbunden ist. Zwischen dem Codierelement 1 und 2 ist ein Getriebe 3 vorhanden, durch welches das Codierelement 1 über das mit der Lenksäule 6 drehfest verbundene Codierelement 2 angetrieben wird. Die beiden nebeneinander bewegbar angeordneten Codierelemente 1 und 2 bewegen sich aufgrund einer entsprechenden Übersetzung des Getriebes 3 unterschiedlich schnell. Zur Abtastung der auf den beiden Codierelementen 1 und 2 vorhandenen Codes ist eine Abtasteinheit 4 vorhanden, welche in Form eines linearen Sensorarrays die beiden Codierelemente 1 und 2 zeitgleich abtastet.

In der Fig. 1 ist das Codierelement 2 exemplarisch ohne einem darauf vorhandenen Code dargestellt. Die Fig. 2 zeigt einen möglichen Code des mit der Lenksäule 6 drehfest gekoppelten Codierelement 2. Zu sehen sind 12 konzentrisch nebeneinander liegende Codespuren 7, die verschiedene Spurelemente 8 aufweisen. Der Code nach Fig. 2 weist dabei die Eigenschaft auf, dass nebeneinander liegende Codeworte sich lediglich um ein Bit unterscheiden, dass Codeworte, die aus gleichen Bits zusammengesetzt sind, ausgespart sind und dass die Spurelemente 8 der Codespuren 7 zwar aus gleichen Einzelpurelementen gebildet werden, aber durch Aneinanderreihung mehrerer gleicher Einzelpurelemente nicht äquidistant sind.

Durch eine solche Art der Codierung des Codierelements 2 ist die Möglichkeit der Fehlererkennung innerhalb einer Umdrehung des Lenkrades gegeben.

Auf dem außen liegenden, über das Getriebe 3 mit dem Codierelement 2 gekoppelten Codierelement 1 sind, wie in Fig. 3 dargestellt, beispielsweise vier kreisförmige Code-

spuren 7 angeordnet. Die Fig. 1 zeigt das Codierelement 2 ohne Codespuren. Anders als die Spurelemente 8 des Codierelements 2 sind die Spurelemente 8 des Codierelements 1 innerhalb der einzelnen Codespuren 7 gemäß Fig. 3 äquidistant angeordnet. Bei einer gemeinsamen Abtastung der beiden Codierelemente 1 und 2 durch die Abtasteinheit 4 kann auch eine Fehlererkennung für das äußere Codierelement 1 vorgenommen werden.

Das in Fig. 1 dargestellte Getriebe 3 ist dabei so ausgelegt, dass das Codierelement 1 bei der maximal möglichen Anzahl der Lenkradumdrehungen lediglich einmal gedreht wird. Das Codierelement 1 dient dabei zur Detektion der Anzahl der absoluten Lenkradumdrehungen.

Die Abtasteinheit 4 ist erfindungsgemäß so dimensioniert, dass sie die Codespuren beider Codierelemente 1 und 2 abtastet. Dabei besteht die Abtasteinheit 4 beispielsweise aus insgesamt 32 Einzelsensoren, wobei jeweils zwei Einzelsensoren einer der insgesamt 16 Codespuren, vier Codespuren auf Codierelement 1 und zwölf Codespuren auf Codierelement 2, zugeordnet sind. Damit wird in der Abtastung der einzelnen Codespuren auf dem Codierelement eine Redundanz erreicht, wodurch der Ausfall eines Einzelsensors detektierbar ist.

Beim Einschalten des Lenkwinkelsensors kann mit der Information aus den beiden Einzelcodewörtern der beiden Codierelemente 1 und 2 das Codewort gebildet werden, aus welchem unmittelbar der Schwenkwinkel der lenkenden Fahrzeugräder ermittelt werden kann. Damit entfällt das Vorhandensein einer Initialisierungsphase des Lenkwinkelsensors.

Bei der Ausführung der Abtasteinheit 4 als optisches Array kann mit der Eigenschaft, dass bei der Abtastung des Codeworts über der Sensoreinheit nur für eine kurze Zeit belichtet wird, eine Lichtquelle idealerweise nur für sehr kurze Zeit angeschaltet werden. Bei entsprechend kurzen Belichtungszeiten kann eine vergleichsweise große Lichtmenge dazu verwendet werden. Eine solche Taktung der Lichtquelle hat den Vorteil, dass zur Abtastung relativ wenig Strom benötigt wird, wodurch eine Messung des Lenkwinkels auch bei abgeschalteter Fahrzeugzündung denkbar ist.

Bei Verwendung des Durchlichtprinzips ist ein Unlenken und Aufläufen des Lichtbündels über einen Lichtleiter von der beispielsweise unten liegenden Lichtquelle über das Codierelement denkbar, wobei die Möglichkeit geschaffen werden kann, unabhängig von der Codierelementenstellung mit einer zusätzlichen Lichtquelle die gesamte Abtasteinheit 4 zu beleuchten. Dadurch kann die Funktion der Abtasteinheit 4, nämlich des Sensorarrays, unabhängig von der Codescheibenposition überprüft werden.

Das Getriebe 3 kann als herkömmliches Zahnradgetriebe oder auch als Planetengetriebe ausgebildet sein.

Bei einer optischen Abtastung durch die Abtasteinheit 4 kann sowohl das Durchlicht- als auch das Reflexlichtverfahren zur Anwendung kommen. Die Informationen des Sensorarrays können je nach Anzahl der Sensorelemente entweder seriell oder parallel ausgelesen werden. Die Verarbeitung der Abtastsignale sowie die Ansteuerung der Lichtquellen erfolgt über einen Mikrocontroller.

Denkbar ist auch, dass das drehfest mit der Lenksäule 6 verbundene Codierelement 2 außen liegt, und das innen liegende Codierelement über ein Getriebe von dem außen liegenden angetrieben wird. Dies hat zum Vorteil, dass die zur absoluten Winkelmessung notwendigen, relativ feinen Winkelsegmente, auf dem äußeren Codierelement größer ausgestaltet werden können.

Innerhalb einer Codespur 7 sollte darauf geachtet werden, dass keine Spurelementfolgen entstehen, die sehr feine Strukturen in der Codespur 7 notwendig machen. Dies kann

dadurch erreicht werden, dass innerhalb einer Codespur 7 wenigstens zwei oder mehr gleiche Einzelspurelemente aufeinander folgen. Damit werden sehr feine, schmutzempfindliche und schwer fertigbare Strukturen vermieden.

Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen 5 und der in der Zeichnung dargestellten Merkmale können, sowohl einzeln, als auch in beliebiger Kombination, miteinander erfundungswesentlich sein.

Patentansprüche 10

1. Lenkwinkelsensor, insbesondere zur Bestimmung des Lenkwinkels eines Fahrzeugs, mit einem einen Code aufweisenden Codierelement (2), wobei der Code aus einzelnen Codeworten und die Codeworte 15 aus einzelnen Bits zusammengesetzt sind, und mit einer die Codeworte abtastenden Abtasteinheit (4), wobei jeweils einem Codewort ein Lenkwinkel zugeordnet ist und der Lenkwinkel aus dem abgetasteten Codewort bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass 20 wenigstens ein weiteres Codierelement (1) mit zugehöriger Abtasteinheit vorhanden ist, dass die wenigstens beiden Codierelemente (1, 2) bzw. Abtasteinheiten (4) aufgrund einer Lenkwinkeländerung unterschiedlich schnell bewegt werden und dass sich das Codewort aus den Einzelcodeworten der wenigstens beiden Codier- 25 elementen (1, 2) zusammensetzt.
2. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Codierelemente (1, 2) nebeneinander bewegbar angeordnet sind und dass eine ortsfest 30 angeordnete Abtasteinheit (4) die Codierelemente zeitgleich abtastet.
3. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Codierelemente (1, 2) konzentrisch nebeneinander auf einer Kreisscheibe oder 35 nebeneinander auf einer Mantelfläche eines Zylinders angeordnet sind, dessen Längsachse vorzugsweise der Lenkrad- bzw. der Lenksäulenachse entspricht.
4. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Codierelement (1) maximal einmal bei der maximal möglichen Anzahl der Lenkradum- 40 drehungen gedreht wird.
5. Lenkwinkelsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Codierelementen (1, 2) untereinander und/oder 45 zwischen dem Lenkrad bzw. der Lenksäule (6) und den Codierelementen Getriebe (3) vorhanden sind.
6. Lenkwinkelsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Code der Codierelemente (1, 2) im Wesentlichen nebeneinander 50 liegende Codespuren (7) aufweist, dass die einzelnen Codespuren (7) aus die einzelnen Bits generierenden Spurelementen (8) zusammengesetzt sind und dass die Abtasteinheit (4) quer zu den Codespuren (7) angeordnet ist. 55
7. Lenkwinkelsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb einer Codespur (7) wenigstens zwei oder mehr gleiche Spurelemente (8) aufeinander folgen.
8. Lenkwinkelsensor nach einem der vorhergehenden 60 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich unmittelbar benachbarte Codeworte lediglich um ein Bit unterscheiden.
9. Lenkwinkelsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Codeworte lediglich aus verschiedenen Bits, d. h. nicht nur 65 aus 1 oder 0, zusammengesetzt sind.
10. Lenkwinkelsensor nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich während der maximalen Umdrehung des Lenkrades bzw. der Lenksäule (6) die Codeworte nicht wiederholen.

11. Lenkwinkelsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtasteinheit (4) ein lineares Sensorarray ist und pro Codespur wenigstens eine Sensor zur Abtastung vorhanden ist.
12. Lenkwinkelsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes auf einer Kreisscheibe liegendes Codierelement (2) vorzugsweise 12 Codespuren und jede Codespur 720 vorzugsweise äquidistante Spurelemente entlang einer vollen Lenkrad- bzw. Lenksäulendrehung aufweist.
13. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiteres auf der Kreisscheibe liegendes Codierelement (1) vorzugsweise 4 Codespuren aufweist, deren Spurelementen alle 180° wechseln.
14. Lenkwinkelsensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Code des ersten auf einer Kreisscheibe liegenden Codierelements (2) dem in Fig. 2 dargestellten Code entspricht.
15. Lenkwinkelsensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Code des weiteren Codierelements (1) dem in Fig. 3 dargestellten Code entspricht.
16. Lenkwinkelsensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtastung optisch, magnetisch oder induktiv erfolgt.
17. Lenkwinkelsensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Codespuren (7) durchleuchtbar ausgestaltet sind.
18. Lenkwinkelsensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur optischen Abtastung des Codes Lichtleiter und/oder LEDs vorhanden sind, die ggf. eine definierte Taktung aufweisen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

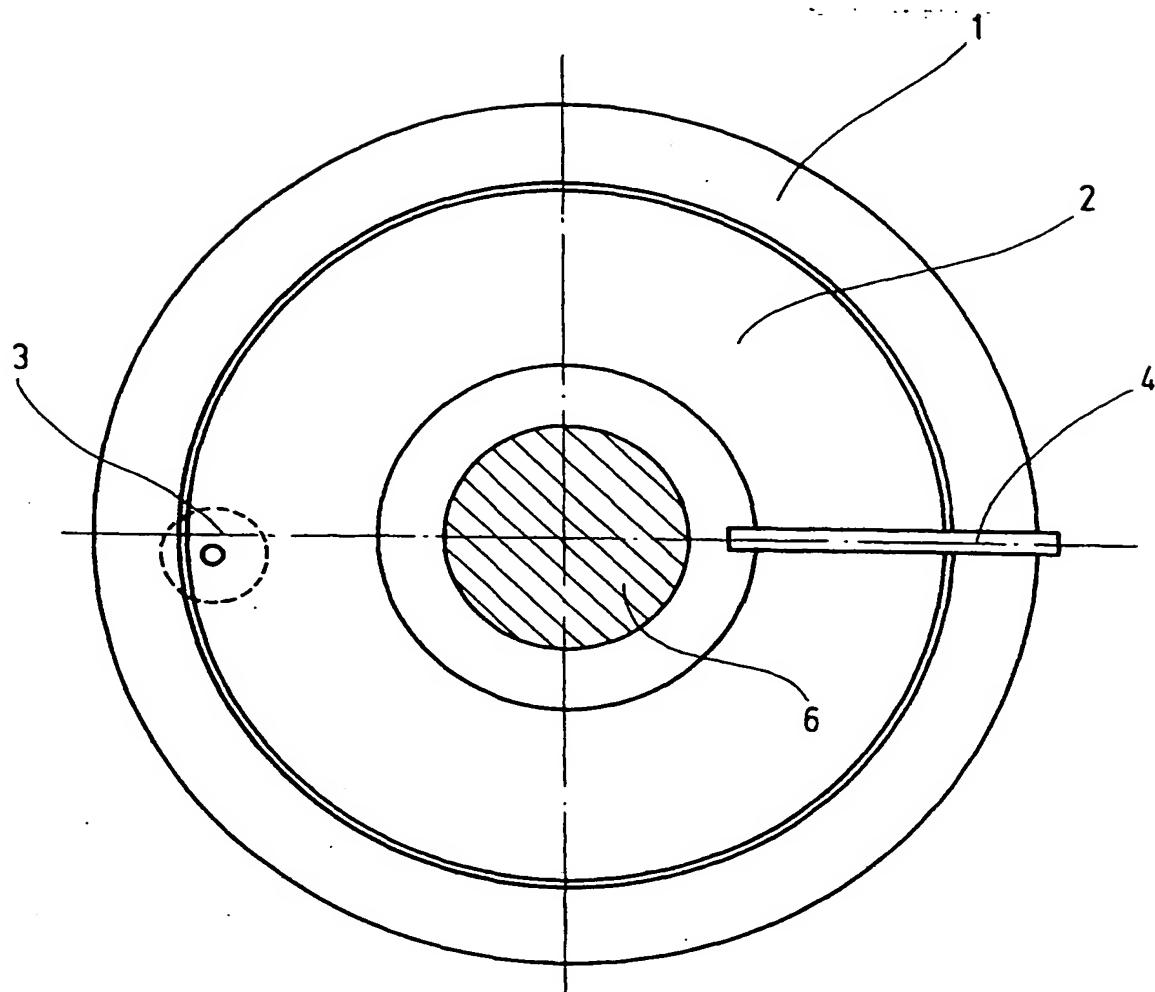


Fig.1